

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-345351

(43)Date of publication of application : 12.12.2000

(51)Int.Cl.

C23C 16/50
C23C 16/24
H01L 21/205
H05H 1/46

(21)Application number : 11-151435

(71)Applicant : ANELVA CORP

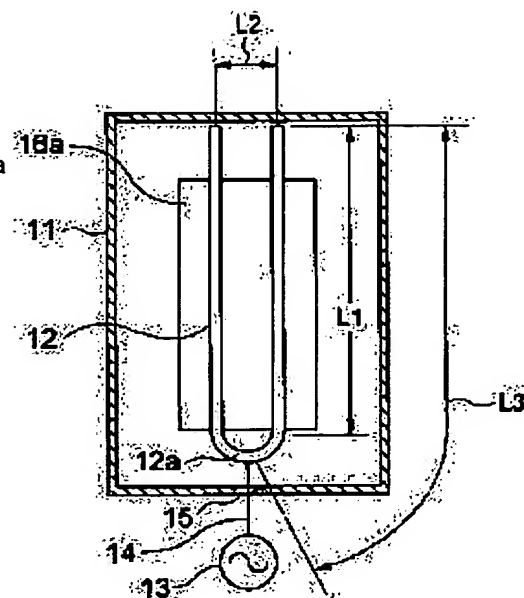
(22)Date of filing : 31.05.1999

(72)Inventor : UEDA HITOSHI

(54) PLASMA CVD DEVICE**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma CVD device in which standing waves are positively utilized in a state of being controllable in an induction coupling type plasma CVD device of an internal electrode system, and the distribution of plasma is satisfactorily controlled and suitable for the formation of a film on a substrate of a large area.

SOLUTION: This plasma CVD device is provided with an induction coupling type electrode arranged so as to be confronted with a substrate 16a in a film forming chamber 11. An electrode 12 is formed in such a manner that a linear conductor is folded so as to be involved in the plane with the center point 12a as a standard, and the center point is also constituted as a high-frequency feeding point. By this constitution, desired standing waves are generated, the standing waves are positively utilized, and the distribution of plasma is made better.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] plasma-CVD equipment equipped with the inductive-coupling mold electrode which met the substrate and has been arranged within a reaction container -- setting -- said electrode -- a line -- the plasma-CVD equipment characterized by considering as the feeding point when it turns up at and is formed at so that a conductor may be included in a flat surface on the basis of the center point, and said center point is supplied to a RF.

[Claim 2] Said electrode is plasma-CVD equipment according to claim 1 characterized by having the configuration of a U character mold.

[Claim 3] Said electrode is plasma-CVD equipment according to claim 1 characterized by being turned up again in the part of the opposite side of said center point, and having the configuration of a M character mold.

[Claim 4] The die length of the unit part by which said electrode was turned up is plasma-CVD equipment given in any 1 term of claims 1-3 characterized by deciding that a standing wave stands in the unit part turned up on the basis of said center point.

[Claim 5] The die length of the unit part by which said electrode was turned up is plasma-CVD equipment according to claim 4 characterized by being decided corresponding to the frequency of the RF supplied.

[Claim 6] Plasma-CVD equipment according to claim 4 or 5 characterized by preparing an impedance element in the edge of said electrode.

[Claim 7] Plasma-CVD equipment given in any 1 term of claims 1-4 characterized by preparing the electromagnetic-shielding section in the folding section and the edge in said electrode.

[Claim 8] Said electromagnetic-shielding section is plasma-CVD equipment according to claim 7 characterized by being the structure of a coaxial cable.

[Claim 9] Said electromagnetic-shielding section is plasma-CVD equipment according to claim 7 or 8 characterized by acting as an impedance element of said electrode.

[Claim 10] Plasma-CVD equipment given in any 1 term of claims 7-9 characterized by attaching in said reaction container using said electromagnetic-shielding section.

[Claim 11] Plasma-CVD equipment given in any 1 term of claims 1-9 characterized by having prepared two or more said electrodes so that it might be contained in the parallel field which counters said substrate, and generating the plasma to the front space of said substrate with two or more of these electrodes at coincidence.

[Claim 12] Said electrode is plasma-CVD equipment given in any 1 term of claims 1-11 characterized by being arranged by two or more layer structures in said reaction container, making two or more membrane formation implementation fields using the space between the electrodes of two or more layers, and forming two or more substrates to coincidence.

[Claim 13] the shape of a pipe in which said electrode has many holes -- plasma-CVD equipment given in any 1 term of claims 1-12 characterized by being used as a means to be made from a conductor and to supply ingredient gas, or a means to exhaust.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to amelioration of the electrode of the plasma-CVD equipment suitable for forming the amorphous silicon thin film used for a solar battery, a thin film transistor, etc. on the substrate of a large area about the plasma-CVD equipment of an inductive-coupling mold by the internal electrode method.

[0002]

[Description of the Prior Art] There are structure of an parallel monotonous mold and structure of an inductive-coupling mold as electrode structure of internal electrode type plasma-CVD equipment conventionally.

[0003] According to the electrode of an parallel monotonous mold, if it is going to raise the frequency of a RF for improvement in the rise of a membrane formation rate, and a film property, the problem that discharge becomes an ununiformity will occur. This cause is in that a standing wave arises on an electrode plate and an electric power supply becomes an ununiformity, and the plasma occurring in electrical-potential-difference generating by the feedback current to a ground in the place which is not desirable. Moreover, if an electrode plate is enlarged that the substrate of a large area should be formed, since a substrate holder functions as a ground electrode, the backing of a substrate will become indispensable, and the problem that it is difficult to maintain the clearance between the backing of a parenthesis and a substrate at homogeneity will be raised. For this reason, the problem that it is difficult to secure the homogeneity of the temperature distribution of a substrate occurs. Moreover, the handling of backing becomes difficult generally. Thus, an parallel monotonous mold electrode does not fit membrane formation of a large area substrate.

[0004] To the above-mentioned parallel monotonous mold electrode, this problem does not arise but the inductive-coupling mold electrode fits membrane formation of the large area substrate by internal electrode type plasma-CVD equipment.

[0005] It is conventional plasma-CVD equipment which a large-sized substrate with a large area is made to deposit an amorphous silicon thin film, and makes a solar battery etc., and the equipment indicated by JP,4-236781,A as plasma-CVD equipment of an inductive-coupling mold by the internal electrode method, for example is known. With this plasma-CVD equipment, an electrode pattern is formed with the plan type coil which has a ladder gestalt, and is installed in parallel to the substrate. The plan type coil of a ladder mold is formed with the conductive wire rod. It is performed by the exhaust pipe which formed the exhaust air in a line crack and a reaction container in one place of a reaction container with reactant gas installation tubing which prepared installation of ingredient gas in one place of a reaction container. With this plan type coil, the reinforcement of electric field is raised and homogeneity of electric field is made good. As still more nearly same conventional plasma-CVD equipment, the equipment indicated by the patent No. 2785442 official report, for example can be mentioned. In this plasma-CVD equipment, the flat-surface coil electrode which bent many times and was formed so that it might become zigzag about one conductive wire rod is used for the electrode which meets a substrate and is arranged. The high-frequency voltage from an RF generator is impressed to the electrode which has this gestalt to the both ends.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The problem that the amount of the film which adheres on a substrate also becomes an ununiformity according to a location, and the plan type coil electrode which has a ladder gestalt about the above-mentioned inductive-coupling mold electrode cannot form the uniform film on a

large area substrate since a current path does not become homogeneity, but impedances differ according to the location on an electrode and the amounts of energization differ is raised. Moreover, the plan type coil electrode of a zigzag configuration bends one conductive long wire rod, is made, and since it is constituted so that electric power may be supplied in a RF from the end, its electric supply condition is bad, and a standing wave is located on the place which is not desirable, and it produces trouble in membrane formation. The standing wave which is not meant on an electrode arises, and this standing wave makes distribution of the plasma a defect, and worsens membrane formation conditions.

[0007] The purpose of this invention is to solve the above-mentioned problem, it utilizes a standing wave positively by the controllable condition in the plasma-CVD equipment of an inductive-coupling mold by the internal electrode method, controls distribution of the plasma good, and is to offer the plasma-CVD equipment suitable for membrane formation of a large area substrate.

[0008]

[Means for Solving the Problem and its Function] The plasma-CVD equipment concerning this invention is constituted as follows, in order to attain the above-mentioned purpose.

[0009] membrane formation equipment equipped with the inductive-coupling mold electrode which the plasma-CVD equipment concerning this invention met the substrate within the reaction container, and has been arranged -- it is -- the above-mentioned electrode -- a line -- it is turned up and formed so that a conductor may be included in a flat surface on the basis of the center point, and the center point is constituted as the RF feeding point. With this configuration, based on the gestalt of an electrode, and the location of the feeding point in an electrode, distribution of the plasma which is made to generate a desired standing wave in an electrode, and is generated, using the standing wave concerned positively is made good, and good plasma-CVD membrane formation is performed. Since the feeding point was made into the center point in an electrode and the symmetric property of an electrode was raised, it is hard to produce a membranous ununiformity.

[0010] In the above-mentioned configuration, in the configuration of a U character mold, or the electrode of a U character mold, the above-mentioned electrode is turned up again in the part of the opposite side of the center point, and it is made so that it may have the configuration of a M character mold as a whole. It is formed in a symmetrical configuration on the basis of the feeding point which is the center point of an electrode.

[0011] In the above-mentioned configuration, the die length of the unit part by which the above-mentioned electrode was turned up is characterized by deciding that a standing wave stands in the unit part turned up on the basis of the center point. The die length of the unit part by which the electrode was furthermore turned up is characterized by being decided corresponding to the frequency of the RF supplied. With the plasma-CVD equipment concerning this invention, an inductive-coupling mold electrode is positively used as an antenna which a standing wave produces, and it is set as suitable die length by relation with the high-frequency power to which electric power is supplied so that the optimal standing wave may arise.

[0012] In the above-mentioned configuration, an impedance element is prepared in the edge of an electrode. This impedance element sets the impedance of an electrode as a desirable condition, and produces and cheats out of a desired standing wave. Moreover, it is also possible to prepare the electromagnetic-shielding section in the folding section and the edge in an electrode. The electromagnetic-shielding section intercepts the electromagnetic field produced from an electrode, and prevents that the plasma is generated in an unnecessary part. As an example of the electromagnetic-shielding section, it is the structure and the structure of a coaxial cable which were covered with the insulating material. Since it has structure top reinforcement while producing an operation of electromagnetic shielding, a coaxial cable can be used as the reinforcement member and support structure of an electrode. When a coaxial cable is used as a support structure, an electrode is attached in a reaction container according to the structure of a coaxial cable. Moreover, as for the electromagnetic-shielding section, it is possible to also make it act as the above-mentioned impedance element of an electrode.

[0013] In the above-mentioned configuration, two or more electrodes are prepared so that it may be contained in the parallel field which counters a substrate, and it is constituted so that two or more of these electrodes may generate the plasma to the front space of said substrate at coincidence. When the area of a substrate becomes large, a required number of electrodes are prepared and installed. Furthermore, an electrode can also be arranged by two or more layer structures in a reaction container. According to this, two or more membrane formation implementation fields are made using the space between the electrodes of two or more layers, and two or more substrates can be formed to coincidence.

[0014] the shape of a pipe in which the above-mentioned electrode furthermore has many holes -- it is characterized by being used as a means to be made from a conductor and to supply ingredient gas, or a means to exhaust.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Below, the suitable operation gestalt of this invention is explained based on an accompanying drawing.

[0016] The 1st operation gestalt of this invention is explained with reference to drawing 1 and drawing 2. The front view in which drawing 1 shows the internal structure of an internal electrode-type inductive coupled plasma CVD system, and drawing 2 show the side elevation. 11 is a membrane formation chamber. In the membrane formation chamber 11, the electrode 12 is arranged in the condition every length. High-frequency power is supplied to this electrode 12, and it has a function as an antenna. the line in which an electrode 12 has necessary die length -- a conductor (conductivity a line member) is turned up so that it may be contained in a flat surface on the basis of the center point, and it is formed so that a transverse-plane configuration may turn into an about U character configuration. In this example, it bends, and the curved edge which turned the section down and opened it is turned up, and it is arranged. Although illustration of the structure which supports an electrode is omitted, the supporting structure of arbitration is employable. a line -- the U character mold electrode 12 is formed and the die length of the one half is shown by by folding a conductor in two all over [L3] drawing as die length between central point 12a and an edge. The part of die length L3 is the die length of the turned-up part (cuff section) in an electrode 12, and is a part used as the unit which produces a standing wave. The straight-line part of the cuff section of an electrode 12 is preferably parallel. In an electrode 12, necessary high-frequency power is supplied to the center point 12a. RF generator 13 which supplies high-frequency power is formed in the outside of the membrane formation chamber 11. The feeder 14 from RF generator 13 is drawn in the interior of the membrane formation chamber 11 via the insulating section 15 prepared in the membrane formation chamber 11, and is connected to feeding point 12a which is the center point of an electrode 12, it has, and high-frequency power is supplied to an electrode 12. Substrates 16a and 16b are arranged to the above-mentioned electrode 12 in the condition parallel to the flat surface at which an electrode is contained in the both sides. These substrates are usually supported by the substrate holder (not shown). Moreover, in the tooth back of Substrates 16a and 16b, a heater is usually arranged. In addition, unlike the parallel monotonous mold electrode, since it is an inductive-coupling mold electrode, backing (back up plate) is not formed in this substrate holder. In the case of an parallel monotonous mold electrode, backing is indispensable to a substrate holder. On the other hand, backing is not necessarily required of the electrode of this invention. However, the homogeneous improvement in substrate temperature and the backing for electric shielding of the electromagnetic field from a heater panel may be used. With the plasma-CVD equipment shown in drawing 1 and drawing 2, illustration of an ingredient gas supply device, an exhaustor style (vacuum pump), a substrate holder, a substrate heating device (heater), a substrate cooler style, etc. is omitted.

[0017] the line used for an electrode 12 -- as for a conductor, stainless steel and aluminum are used in quality of the material by the shape for example, of the round bar. When an electrode 12 is the round bar-like, a diameter is 5mm or more. in drawing 1, explanation is expedient about the relation of the die length L1 of the bay obtained by double fold, and the die length L2 between the two cuff sections -- a superior -- although L2 exaggerates and the twist is also actually drawn greatly, as an example desirable in practice, L1 is 75cm - 2.0m, and L2 is about 8cm. Therefore, extent of a curve of the folding section of the electrode 12 bottom is not so large as is also illustrated with an actual electrode, either. Although the die length L1 of a bay and the die length L3 including the one half of the folding section are shown as die length of the cuff section of an electrode by drawing 1 $R > 1$, since the folding section is quite small as compared with the die length of a bay, die length L1 and die length L3 can consider in practice that it is the same substantially. Since it is set up as required die length in order to produce and cheat out of a standing wave while being decided as a matter of fact about die length L1 according to the magnitude of the substrate which should form membranes, it is decided by relation with the frequency of the RF supplied. For example, L1 is set to 1.25m when a frequency is 120MHz.

[0018] The die length L1 (or die length L3) of an electrode 12 is found by $L1 = c / 2f$, when the frequency of the RF supplied sets f and the velocity of light to c. If it becomes smaller than the frequency of 120MHz, die length L1 becomes larger than 1.25m, and also when it cannot prepare in the interior of the membrane formation chamber 11, it will be produced. Then, it becomes possible by in such a case, adding the structure of a coaxial

cable to the edge of an electrode 12, and preparing the slow wave structure about an electromagnetic wave so that it may mention later to make the die length of L1 small. Thus, L1 is set as the range of 75cm - 2.00m like the above-mentioned. The die length of L1 and L2 can be changed into arbitration according to the purpose. [0019] The plasma 17 will be generated by the perimeter space of the U character mold electrode 12, if the interior of the membrane formation chamber 11 is exhausted by the necessary vacua with a vacuum pump, ingredient gas etc. is introduced and electric power is supplied to a RF by the electrode 12. Membrane formation is performed to Substrates 16a and 16b by operation of plasma CVD. Substrates 16a and 16b are substrates of the rectangle whose long side is about 75cm and whose shorter side is about 20cm in fact. In the U character mold electrode 12, a standing wave arises in each **** on the basis of feeding point 12a located in the center of an electrode 12, and this standing wave controls the plasma 17 so that distribution of the plasma becomes good.

[0020] It is not necessary to incurvate the folding section of an electrode 12, and it gives an angle and you may make it bend acutely or bend it strictly, with the above-mentioned configuration. Moreover, the bay of the cuff section of an electrode 12 does not need to be strictly parallel. Moreover, with the above-mentioned configuration, although the electrode 12 was carried out longitudinally, an electrode 12 can also be carried out every level width. In this case, a substrate is also arranged in the condition every level width.

[0021] According to the above-mentioned operation gestalt, in order to use the electrode of an inductive-coupling mold, it has the advantage of being easy to raise a plasma consistency as compared with the electrode of a capacity-coupling mold. Symmetric property becomes high and it is hard to produce the heterogeneity of the plasma by using the configuration of an electrode as a U character mold, and making the feeding point into the center point of an electrode.

[0022] The 2nd operation gestalt of this invention is explained with reference to drawing 3 . Drawing 3 is the same drawing as above-mentioned drawing 1 . In drawing 3 , the same sign is substantially given to the same element with the element explained by drawing 1 , and detailed explanation is omitted. He forms covering 21 in the folding section and the edge of an electrode 12, and is trying to cover each part with this operation gestalt. Covering 21 is formed with the dielectric (insulator). In an electrode 12, since the parts of the folding section and an edge are equivalent to the part of the edge of the upper and lower sides, such as substrate 16a, it is prevented by forming covering 21 that the plasma arises in the part concerned. If covering 21 is unnecessary, it is a member which prevents that the plasma occurs at the time. This covering 21 has a function as the electromagnetic-shielding section which intercepts the electromagnetic field from an electrode 12. As the electromagnetic-shielding section, it is not limited to the above-mentioned configuration, but various kinds of configurations can be used. Moreover, covering 21 can be operated as a slow wave structure. Moreover, it functions also as reinforcement for deformation prevention of an electrode 21.

[0023] Drawing 4 shows a concrete example of the above-mentioned electromagnetic-shielding section. In this example, the electromagnetic-shielding section is formed using the structure of a coaxial cable. In folding section 12b of an electrode 12, and two edges 12c, along with the electrode, a dielectric 22 is made to intervene and the metallic-conduit object 23 is attached. An alumina etc. is used for a dielectric 22. Plasma generating in the part concerned can be prevented according to the structure of this coaxial cable. Moreover, according to the electromagnetic-shielding section by this coaxial cable structure, since it can be made to act as an impedance element, by setting up the value of the impedance suitably, the impedance in an electrode 12 can be adjusted to arbitration, and distribution of the standing wave generated in an electrode 12 by this can be designed freely. Therefore, the distribution condition of the plasma is controllable by the positive activity of a standing wave in the desirable condition at arbitration. Furthermore, the structure of a coaxial cable can also be operated also as a slow wave structure like the above-mentioned.

[0024] The 3rd operation gestalt of this invention is explained with reference to drawing 5 and drawing 6 . Drawing 5 corresponds to drawing 1 and the front view and drawing 6 which show the internal structure of an internal electrode-type inductive coupled plasma CVD system show the side elevation. In these drawings, the same sign is substantially given to the same element with the operation gestalt mentioned above. the line in which the description in this operation gestalt forms an electrode -- it is the point of using the electrode 31 which has an M character type (it can be say also as a W character mold if the upper and lower sides are make reverse and see) gestalt as a whole , by lengthening the die length of a conductor further and bending two edges in the state of a curve to the opposite side further in the above-mentioned U character mold electrode 12 . Also

in the electrode 31, the center point 31a is the feeding point. Moreover, as shown in drawing 6, the electrode 31 is turned up so that it may be contained at a flat surface. In an electrode 31, the four cuff sections which contain a bay by the folding section located in the lower center and the two upper folding sections are formed. The bay of these cuff sections is formed so that it may have equal die length substantially in parallel mutually. In the four cuff sections in an electrode 31, the die length from center point 31a to each of the center points 31b and 31c of the two folding sections of the opposite side, the die length from center point 31b to 31d of edges, and the die length from center point 31c to edge 31e are formed so that it may become equal, respectively, and such die length turns into the die length of the unit of the cuff section in an electrode 31. A standing wave generates the die length used as this unit so that it may correspond to the die length L3 shown by drawing 1 and may correspond to this die length. Moreover, in the electrode 31, the die length of the bay of each cuff section is substantially equivalent to the die length L1 shown by drawing 1. Moreover, the distance between each cuff section of an electrode 31 is about 8cm, and has width of face of about 24cm as a whole. As compared with the U character mold electrode 12, the membrane formation of the large-sized substrate 32 of an electrode 31 is attained. In addition, also in drawing 5, lateral die length is drawn so that a twist may also actually become large, as drawing 1 described. In practice, the electrode 31 of a M character mold has a gestalt long to a lengthwise direction with a narrow width in a longitudinal direction. However, it is also possible to make large width of face of the M character mold electrode 31, and to make it. Also in this electrode 31, the plasma 17 is generated by the perimeter space along the die-length direction. On both sides of an electrode 31, Substrates 16a and 16b are arranged in parallel with an electrode 31. Other configurations are the same as that of the case of the 1st operation gestalt.

[0025] Also with this operation gestalt, on condition that high-frequency power is supplied to center point 31a of an electrode 31, a standing wave is stood on the basis of the die length of the unit of the cuff section of an electrode 31. Distribution of the plasma 17 is controlled by the standing wave which made it generate, and CVD membrane formation to a substrate is performed by the optimal plasma. Especially, an electrode 31 is made by the symmetrical configuration focusing on center point 31a, and distribution of the plasma can be made uniform.

[0026] Moreover, also as for the electrode 31 by this operation gestalt, it is desirable to prepare covering 21 or the electromagnetic-shielding section for plasma generating prevention like the case of the 2nd operation gestalt. As the electromagnetic-shielding section, the structure of the above-mentioned coaxial cable is desirable.

[0027] Drawing 7 shows the 4th operation gestalt of this invention. This operation gestalt shows the configuration which connected the impedance element 33 between each of those both ends 31d and 31e, and the membrane formation chamber 11 in the electrode 31 shown in drawing 5. Other configurations are the same as the 3rd operation gestalt. Z of the impedance element 33 shows the amount of impedances. A coil and a capacitor are used as an impedance element 33. The electromagnetic-shielding section by the above-mentioned coaxial cable structure also functions as an impedance element. Thus, by connecting the necessary impedance element 33 to the part of the both ends of an electrode 31, the impedance of the whole electrode 31 can be adjusted and it becomes possible to control the standing wave (electromagnetic field) which stands on an electrode 31. For example, two tips in an electrode 31 can be used as the knot of electric field by making it $Z=\infty$.

[0028] Drawing 8 shows the modification of the configuration of the plasma-CVD equipment of this invention. In this drawing, the same sign is given to the element mentioned above and the same substantial element. An electrode 41 is arranged as an example at 2 parallel, and, as for this configuration, the substrate 42 is arranged in parallel at the both sides of each electrode 41. As an electrode 41, the electrode 12 explained with each above-mentioned operation gestalt or electrode 31 grade is used. High-frequency power is supplied from RF generator 13 to the center point of an electrode 41. According to this operation gestalt, two membrane formation fields can be made to coincidence according to two-layer electrode structure. In this example, although the number of installation of an electrode 41 was two, the number of electrodes can be increased based on the same multilayer structure, and the configuration of multi-field coincidence membrane formation can be realized.

[0029] Drawing 9 is the modification of the plasma-CVD equipment concerning this invention, and improves electrode structure further. In this drawing, the same sign is substantially given to the same element with the element mentioned above. With this operation gestalt, more exact dressed-size relation shows the electrode

explained by drawing 5 , and it shows the configuration which forms the more large-sized substrate 51. By drawing 9 , 31 shows a M character mold electrode, and the array of the broken-line block 52 of two or more rectangles shows the condition that the M character mold electrode 31 was located in a line. A shorter side is the square shape substrate which has the configuration of the rectangle which is about 1.2m, to this substrate 51, a long side is larger than 1.2m, and, as for a substrate 51, two or more arrangement of the M character mold electrode 31 arranged in the rectangle plane region (broken-line block 52) whose shorter side is about 30cm is carried out. The M character mold electrode 31 is arranged four so that it may correspond to the magnitude of a substrate 51. Thus, to a large-sized substrate, two or more arrangement of the electrode 31 concerning this invention is carried out in order to cover the field. Also when using an electrode 12, two or more electrodes will be arranged similarly.

[0030] In addition, in an above-mentioned internal electrode-type inductive coupled plasma CVD system, various configurations are employable about the method of installation of ingredient gas. As usual, in the membrane formation chamber 11, one usual gas installation device and one gas discharge device can be established. Moreover, an electrode 12 can be made from the pipe-like conductivity member whose outer diameter is about 10mm, it can consider as an electrode 53, and two or more stoma 53a which introduces ingredient gas into the side face of this electrode 53, for example, a bay, can be prepared as a gas delivery, and it can also constitute so that ingredient gas may be introduced into the path inside an electrode and it may blow off from two or more stomata in a membrane formation chamber, as the applicant for this patent explained by Japanese Patent Application No. No. 104966 [ten to] previously. Whenever the electrode 54 for exhaust air which has the same structure, for example is shown in drawing 10 , it comes by this configuration, and it is made to prepare by arrangement from it being required to draw the introduced gas immediately and to exhaust outside with it. The electrode 54 has the function which will inhale and exhaust gas from nearby gas inhalation opening 54a if ingredient gas is both introduced from two or more gas delivery 53a of an electrode 53 to act as a usual electrode. By drawing 10 , an arrow head 55 shows the flow of the ingredient gas supplied to an electrode 53, and an arrow head 56 shows the flow of the ingredient gas discharged from an electrode 54 by it.

[0031]

[Effect of the Invention] In the plasma-CVD equipment which was equipped with the internal electrode-type inductive-coupling mold electrode by the above explanation according to this invention so that clearly Turn up a conductor and it forms in a U character mold or M character type preferably. an electrode -- a line -- It constitutes so that electric power may be supplied to the central point of an electrode, it constitutes so that a standing wave may stand in each cuff part, and since the standing wave concerned is utilized positively and the plasma was generated, plasma CVD can perform good membrane formation to the substrate of a large area. It can write as a symmetrical configuration especially focusing on the feeding point of an electrode, and membranes can be formed good by the ability making uniform plasma distribution. Moreover, since the impedance element was attached to the edge of an electrode, the standing wave produced on an electrode can be controlled and desirable plasma distribution can be made. By combining two or more electrodes by this invention, it can respond also to membrane formation of a more large-sized substrate. Since what is necessary is for equipment to be cheaply producible, and to heat and cool only a substrate at a substrate holder when a rear face is unnecessary since it is the structure of an inductive-coupling mold electrode, for the application of the solar battery which makes a problem especially EPBT (energy pay back time), it is effective. Moreover, since the electromagnetic-shielding section was prepared, unnecessary plasma production can be prevented and the optimal electromagnetic field can be made.

[Translation done.]

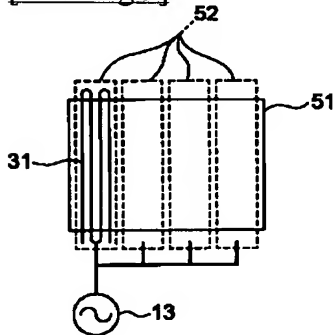
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

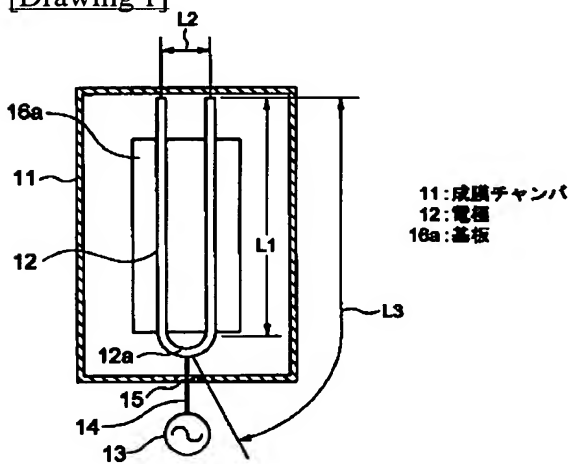
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

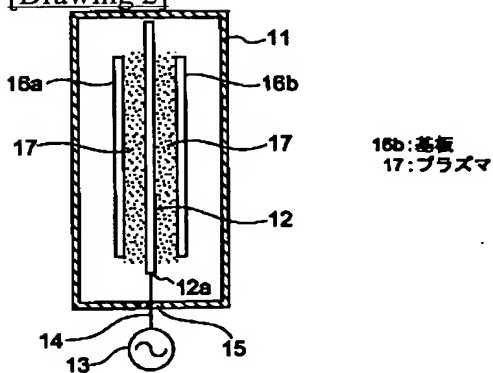
[Drawing 9]



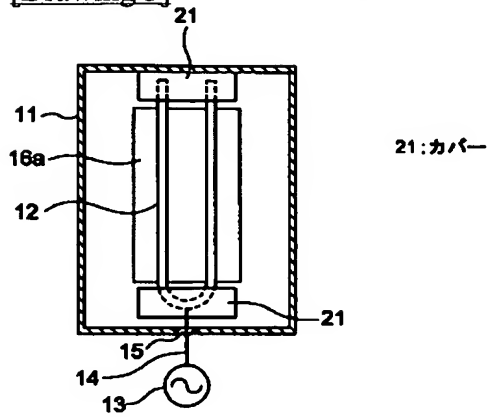
[Drawing 1]



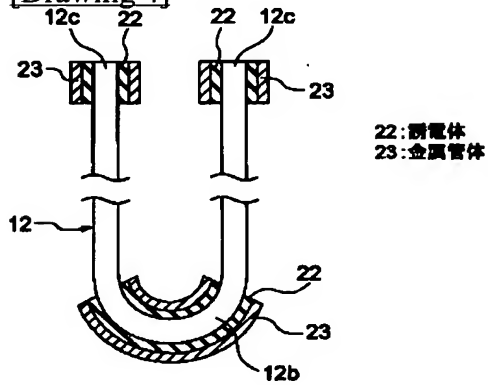
[Drawing 2]



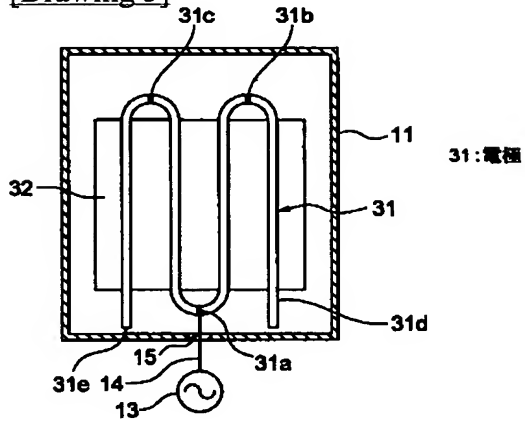
[Drawing 3]



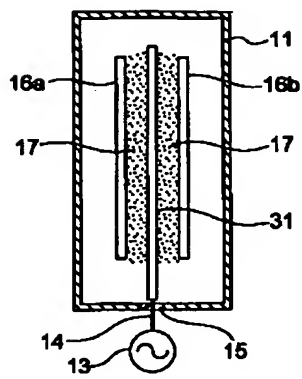
[Drawing 4]



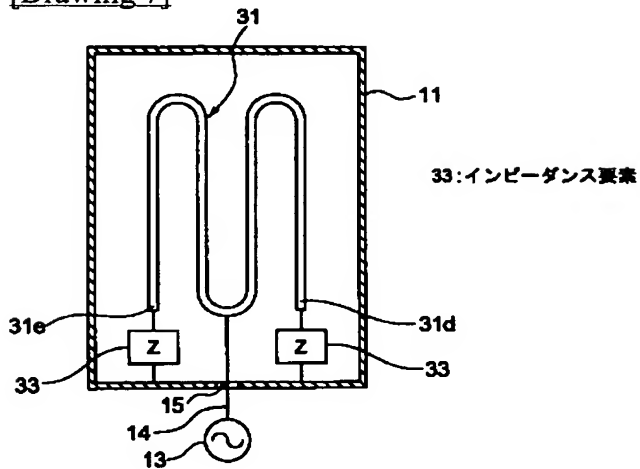
[Drawing 5]



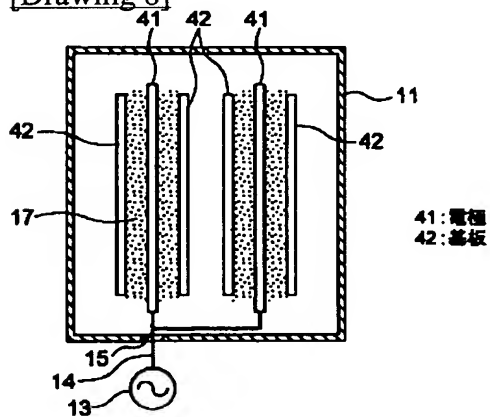
[Drawing 6]



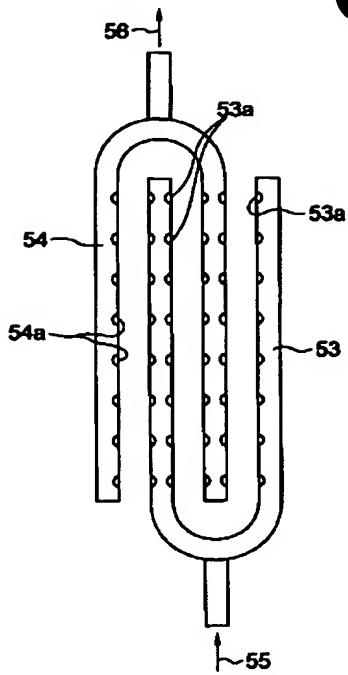
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 10]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-345351

(P 2 0 0 0 - 3 4 5 3 5 1 A)

(43) 公開日 平成12年12月12日 (2000. 12. 12)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード (参考)
C23C 16/50		C23C 16/50	D 4K030
16/24		16/24	5F045
H01L 21/205		H01L 21/205	
H05H 1/46		H05H 1/46	M

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全8頁)

(21) 出願番号 特願平11-151435

(22) 出願日 平成11年5月31日 (1999. 5. 31)

(71) 出願人 000227294

アネルバ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 上田 仁

東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内

(74) 代理人 100094020

弁理士 田宮 寛社

F ターム (参考) 4K030 BA30 FA04 KA15 KA30

5F045 AA08 AB04 CA13 CA15 EF03

EF20 EH02 EH04 EH05 EH11

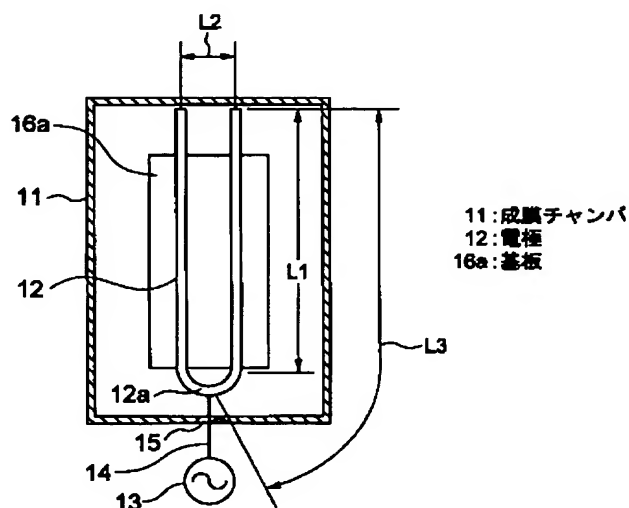
EH19

(54) 【発明の名称】 プラズマCVD装置

(57) 【要約】

【課題】 内部電極方式で誘導結合型のプラズマCVD装置において定在波を制御可能な状態で積極的に活用し、プラズマの分布を良好に制御し、大面積基板の成膜に適したプラズマCVD装置を提供する。

【解決手段】 このプラズマCVD装置は、成膜チャンバ11内で基板16a、16bに対面して配置された誘導結合型電極を備え、電極12は、線状導体をその中央点12aを基準に平面内に含まれるように折り返して形成され、かつ中央点が高周波給電点として構成される。この構成では、電極において所望の定在波を発生させ、定在波を積極的に活用してプラズマの分布を良好にする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反応容器内で基板に対面して配置された誘導結合型電極を備えるプラズマ CVD 装置において、前記電極は、線状導体をその中央点を基準に平面内に含まれるように折り返して形成され、前記中央点を高周波が供給される給電点としたことを特徴とするプラズマ CVD 装置。

【請求項 2】 前記電極は U 字型の形状を有することを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 3】 前記電極は、前記中央点の反対側の箇所 10 で再び折り返され、M 字型の形状を有することを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 4】 前記電極の折り返された単位部分の長さは、前記中央点を基準として、折り返された単位部分で定在波が立つように決められることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 5】 前記電極の折り返された単位部分の長さは、供給される高周波の周波数に対応して決まることを特徴とする請求項 4 記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 6】 前記電極の端部にインピーダンス要素を 20 設けたことを特徴とする請求項 4 または 5 記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 7】 前記電極における折曲げ部と端部に電磁遮蔽部を設けたことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 8】 前記電磁遮蔽部は同軸ケーブルの構造であることを特徴とする請求項 7 記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 9】 前記電磁遮蔽部は前記電極のインピーダンス要素として作用することを特徴とする請求項 7 また 30 は 8 記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 10】 前記電磁遮蔽部を利用して前記反応容器内に取り付けることを特徴とする請求項 7～9 のいずれか 1 項に記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 11】 前記電極を、前記基板に対向する平行な面の中に含まれるように複数設け、これらの複数の電極で前記基板の前面空間に同時にプラズマを生成したことを特徴とする請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 12】 前記電極は、前記反応容器内に複数の 40 層構造で配置され、複数層の電極の間の空間を利用して複数の成膜実施領域が作られ、複数の基板を同時に成膜することを特徴とする請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 13】 前記電極は多数の孔を有するパイプ状導体で作られ、かつ材料ガスを供給する手段または排気する手段として用いられることを特徴とする請求項 1～12 のいずれか 1 項に記載のプラズマ CVD 装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内部電極方式で誘導結合型のプラズマ CVD 装置に関し、特に、大面積の基板上に太陽電池や薄膜トランジスタなどに利用されるアモルファスシリコン薄膜を形成するのに適したプラズマ CVD 装置の電極の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】内部電極式プラズマ CVD 装置の電極構造には、従来、平行平板型の構造と誘導結合型の構造がある。

【0003】平行平板型の電極によれば、成膜速度の上昇と膜特性の向上のために高周波の周波数を上げようとすると、放電が不均一になるという問題が起きる。この原因は、電極板上に定在波が生じ電力供給が不均一になること、アースへの帰還電流による電圧発生で望ましくない所にプラズマが発生することにある。また大面積の基板を成膜すべく電極板を大型化すると、基板ホルダがアース電極として機能することから基板の裏板が必須となり、かつこの裏板と基板の間の隙間を均一に保つことが難しいという問題を提起する。このため基板の温度分布の均一性を確保することが難しいという問題が起きる。また裏板の取扱いが全般的に難しくなる。このように、平行平板型電極は、大面積基板の成膜には適さない。

【0004】上記の平行平板型電極に対して、誘導結合型電極は、かかる問題が生ぜず、内部電極式プラズマ CVD 装置による大面積基板の成膜に適している。

【0005】面積の大きい大型基板にアモルファスシリコン薄膜を堆積させて太陽電池等を作る従来のプラズマ CVD 装置であって、内部電極方式で誘導結合型のプラズマ CVD 装置としては、例えば特開平 4-23678 1 号公報に開示された装置が知られている。このプラズマ CVD 装置では、放電用電極は、梯子形態を有する平面形コイルで形成され、基板に対して平行に設置されている。梯子型の平面形コイルは導電性線材で形成されている。材料ガスの導入は反応容器の一箇所に設けた反応ガス導入管で行われ、反応容器内の排気は反応容器の一箇所に設けた排気管で行われている。かかる平面形コイルによって電界の強度を高め、電界の均一性を良好にしている。さらに同様な従来のプラズマ CVD 装置としては、例えば特許第 2785442 号公報に開示される装置を挙げることができる。このプラズマ CVD 装置において、基板に対面して配置される電極には、1 本の導電性線材をジグザグになるように多数回折曲げて形成された平面コイル電極が使用されている。かかる形態を有する電極には、その両端部に、高周波電源からの高周波電圧が印加されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記の誘導結合型電極について、梯子形態を有する平面形コイル電極は、電流 50 経路が均一にならず、電極上の場所に応じてインピーダ

ンスが異なり、通電量が異なるので、基板上に付着する膜の量も場所に応じて不均一になり、大面積基板上に均一な膜を成膜できないという問題を提起する。またジグザグ形状の平面形コイル電極は、1本の長い導電性線材を折り曲げて作られており、その一端から高周波を給電するように構成されているので、給電状態が悪く、望ましくない所に定在波が立ち、成膜に支障を生じる。電極上で意図しない定在波が生じ、この定在波がプラズマの分布を不良にし、成膜条件を悪くする。

【0007】本発明の目的は、上記の問題を解決することにより、内部電極方式で誘導結合型のプラズマCVD装置において定在波を制御可能な状態で積極的に活用し、プラズマの分布を良好に制御し、大面積基板の成膜に適したプラズマCVD装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段および作用】本発明に係るプラズマCVD装置は、上記目的を達成するため、次のように構成される。

【0009】本発明に係るプラズマCVD装置は、反応容器内で基板に対面して配置された誘導結合型電極を備える成膜装置であり、上記電極は、線状導体をその中央点を基準に平面内に含まれるように折り返して形成され、かつ中央点が高周波給電点として構成される。この構成では、電極の形態と電極における給電点の位置に基づき、電極において所望の定在波を発生させ、当該定在波を積極的に利用して発生するプラズマの分布を良好にし、良好なプラズマCVD成膜が行われる。給電点を電極における中央点とし、電極の対称性を高めたので、膜の不均一が生じにくい。

【0010】上記の構成において、上記電極は、U字型の形状、あるいは、U字型の電極において、中央点の反対側の箇所まで再び折り返され、全体としてM字型の形状を有するように作られる。電極の中央点である給電点を基準にして、対称的な形状に形成される。

【0011】上記の構成において、上記電極の折り返された単位部分の長さは、中央点を基準として、折り返された単位部分で定在波が立つように決められることを特徴とする。さらに電極の折り返された単位部分の長さは、供給される高周波の周波数に対応して決まることを特徴とする。本発明に係るプラズマCVD装置では、誘導結合型電極を、定在波が生じるアンテナとして積極的に利用するものであり、最適な定在波が生じるように給電される高周波電力との関係で適切な長さに設定される。

【0012】上記の構成において、電極の端部にインピーダンス要素が設けられる。このインピーダンス要素は、電極のインピーダンスを望ましい状態に設定し、所望の定在波を生じせしめる。また電極における折曲げ部と端部に電磁遮蔽部を設けることも可能である。電磁遮蔽部は、電極から生じる電磁界を遮断し、不要な箇所

プラズマが生成されるのを防止する。電磁遮蔽部の具体例としては、絶縁物により被覆された構造や同軸ケーブルの構造である。同軸ケーブルは、電磁遮蔽の作用を生じると共に、構造上強度を有することから、電極の補強部材および支持構造物として利用することができる。同軸ケーブルが支持構造物として利用されるとき、電極は同軸ケーブルの構造によって反応容器に取り付けられる。また電磁遮蔽部は電極の上記インピーダンス要素として作用させることも可能である。

【0013】上記の構成において、電極を、基板に対向する平行な面の中に含まれるように複数設け、これらの複数の電極で前記基板の前面空間に同時にプラズマを生成するように構成される。基板の面積が大きくなるときには必要な数だけの電極が用意され、設置される。さらに、電極は、反応容器内に複数の層構造で配置することもできる。これによれば、複数層の電極の間の空間を利用して複数の成膜実施領域が作られ、複数の基板を同時に成膜することができる。

【0014】さらに上記電極は多数の孔を有するパイプ状導体で作られ、かつ材料ガスを供給する手段または排気する手段として用いられることを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0016】図1と図2を参照して本発明の第1の実施形態を説明する。図1は内部電極式の誘導結合型プラズマCVD装置の内部構造を示す正面図、図2はその側面図を示す。11は成膜チャンバである。成膜チャンバ11において例えば縦置き状態にて電極12が配置されている。この電極12に高周波電力が供給され、アンテナとしての機能を有する。電極12は、所要の長さを有する線状導体（導電性線状部材）を、その中央点を基準にして平面内に含まれるように折り返し、正面形状がほぼU字形状となるように形成されている。この例では湾曲した折曲げ部を下側にし、開いた端部を上側にして配置されている。電極を支持する構造の図示は省略されているが、任意の支持構造を採用することができる。線状導体を二つ折りにすることによってU字型電極12が形成され、その半分の長さは、中心点12aと端部の間の長さとして図中L3で示されている。長さL3の部分は、電極12における折り返された部分（折返し部）の長さであり、定在波を生じさせる単位となる部分である。電極12の折返し部の直線部分は好ましくは平行である。電極12では、その中央点12aに対して所要の高周波電力が供給される。高周波電力を供給する高周波電源13は成膜チャンバ11の外側に設けられている。高周波電源13からの給電線14は、成膜チャンバ11に設けられた絶縁部15を経由して成膜チャンバ11の内部に引き込まれ、電極12の中央点である給電点12aに接続され、もって電極12に高周波電力が供給される。上

記電極 12 に対して、その両側に、電極が含まれる平面に平行な状態で基板 16a、16b が配置される。これらの基板は、通常、基板ホルダ（図示せず）によって支持されている。また基板 16a、16b の背面には、通常、ヒータが配置される。なお、この基板ホルダには、平行平板型電極とは異なり、誘導結合型電極であるので、裏板（バックングプレート）は設けられていない。平行平板型電極の場合、基板ホルダには裏板は必要不可欠である。これに対して本発明の電極では裏板は必ずしも必要ではない。ただし基板温度の均一性の向上や、ヒータパネルからの電磁界の遮蔽のための裏板を使用する場合がある。図 1 と図 2 に示すプラズマ CVD 装置では、材料ガス供給機構、排気機構（真空ポンプ）、基板ホルダ、基板加熱機構（ヒータ）、基板冷却機構等の図示が省略されている。

【0017】電極 12 に使用される線状導体は例えば丸棒状で、材質的にはステンレスやアルミが使用される。電極 12 が丸棒状の場合、直径は例えば 5mm 以上である。図 1 では、二つ折りによって得られる直線部の長さ L1 と、2つの折返し部の間の長さ L2 の関係について、説明の便宜上長さ L2 が誇張して実際よりも大きく描かれているが、実際上好ましい実施例としては L1 は例えば 75cm ～ 2.0m、L2 は例えば約 8cm である。従って、電極 12 の下側の折曲げ部の湾曲の程度も、実際の電極では、図示される程は大きくはない。図 1 では、電極の折返し部の長さとして、直線部の長さ L1 と、折曲げ部の半分を含めた長さ L3 が示されているが、折曲げ部は直線部の長さに比較してかなり小さいものであるから、長さ L1 と長さ L3 は実際上実質的に同一と考えることができる。長さ L1 については、実際のところ、成膜すべき基板の大きさに応じて決められると共に、定在波を生じせしめるため必要な長さとして設定されるので、供給される高周波の周波数との関係で決められる。例えば周波数が 120MHz のときには L1 は 1.25m となる。

【0018】電極 12 の長さ L1（または長さ L3）は、供給される高周波の周波数が f、光速を c とするとき、 $L1 = c / 2f$ で求められる。周波数 120MHz よりも小さくなると、長さ L1 は 1.25m よりも大きくなり、成膜チャンバ 11 の内部に設けることができな

い場合も生じる。そこで、このような場合には、後述するように同軸ケーブルの構造を電極 12 の端部に付加して電磁波に関する遅波構造を設けることにより L1 の長さを小さくすることが可能となる。このようにして、前述のごとく L1 は 75cm ～ 2.00m の範囲に設定される。L1、L2 の長さは、目的に応じて任意に変更することが可能である。

【0019】成膜チャンバ 11 の内部が真空ポンプによ

うの周囲空間にはプラズマ 17 が生成される。基板 16a、16b にはプラズマ CVD の作用によって成膜が行われる。基板 16a、16b は、実際には、例えば、長辺が 75cm 程度、短辺が 20cm 程度の長方形の基板である。U 字型電極 12 には、電極 12 の中央に位置する給電点 12a を基準にして各半部に定在波が生じ、この定在波は、プラズマの分布が良好となるようにプラズマ 17 を制御する。

【0020】上記構成で、電極 12 の折曲げ部は、厳密には湾曲させる必要はなく、鋭角に折曲げたり、角をつけて折り曲げるようにしてもよい。また電極 12 の折返し部の直線部は厳密に平行である必要はない。また上記構成では、電極 12 を縦置きにしたが、電極 12 を水平の横置きにすることもできる。この場合、基板も水平な横置き状態で配置される。

【0021】上記実施形態によれば、誘導結合型の電極を使用するため、容量結合型の電極に比較してプラズマ密度を上昇させやすいという利点を有する。電極の形状を U 字型とし、給電点を電極の中央点とすることにより対称性が高くなり、プラズマの不均一性が生じにくい。

【0022】図 3 を参照して本発明の第 2 の実施形態を説明する。図 3 は、前述の図 1 と同様な図である。図 3 において、図 1 で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。この実施形態では、電極 12 の折曲げ部と端部にカバー 21 を設けて、各部分を被覆するようにしている。カバー 21 は誘電体（絶縁体）で形成されている。電極 12 において、折曲げ部と端部の部分は基板 16a 等の上下の縁の部分に対応するので、カバー 21 を設けることによって当該部分でプラズマが生じるのが防止される。カバー 21 は、必要ないところにプラズマが発生するのを防止する部材である。かかるカバー 21 は電極 12 からの電磁界を遮断する電磁遮蔽部としての機能を有する。電磁遮蔽部としては、上記の構成に限定されず、各種の構成を用いることができる。またカバー 21 は遅波構造として機能させることができる。また電極 21 の変形防止のための補強としても機能する。

【0023】図 4 は、上記電磁遮蔽部の具体的な一例を示す。この例では、同軸ケーブルの構造を利用して電磁遮蔽部を形成している。電極 12 の折曲げ部 12b と 2 箇所の端部 12c において、電極に沿って、誘電体 22 を介在させて金属管体 23 が付設されている。誘電体 22 には例えばアルミナ等が用いられる。かかる同軸ケーブルの構造によって、当該部分でのプラズマ発生を防止することができる。また、かかる同軸ケーブル構造による電磁遮蔽部によれば、インピーダンス要素として作用させることができるので、そのインピーダンスの値を適宜に設定することにより、電極 12 におけるインピーダンスを任意に調整することができ、これによって電極 12 で発生する定在波の分布を自由に設計することができ

る。従って、定在波の積極的活用によって、プラズマの分布状態を望ましい状態に任意に制御することができる。さらに前述のごと同軸ケーブルの構造を遅波構造としても機能させることもできる。

【0024】図5と図6を参照して本発明の第3の実施形態を説明する。図5は図1に対応し、内部電極式の誘導結合型プラズマCVD装置の内部構造を示す正面図、図6はその側面図を示す。これらの図において、前述した実施形態と実質的に同一の要素には同一の符号を付している。この実施形態における特徴は、電極を形成する線状導体の長さをさらに長くし、前述のU字型電極12において2箇所の端部をさらに反対側に湾曲状態で折曲げることにより、全体としてM字型（上下を逆にしてみるとW字型ともいえる）の形態を有する電極31を用いている点である。電極31においてもその中央点31aが給電点となっている。また図6に示すように、電極31は平面に含まれるように折り返されている。電極31では、下側の中央に位置する折曲げ部と、上側の2箇所の折曲げ部によって直線部を含む4箇所の折返し部が形成される。これらの折返し部の直線部は、互いに平行であり、かつ実質的に等しい長さを有するように形成されている。電極31における4箇所の折返し部では、中央点31aから反対側の2箇所の折曲げ部の中央点31b、31cの各々までの長さ、中央点31bから端部31dまでの長さ、中央点31cから端部31eまでの長さが、それぞれ等しくなるように形成されており、これらの長さが、電極31における折返し部の単位の長さとなる。この単位となる長さは、図1で示した長さL3に対応し、この長さに対応するように定在波が発生する。また電極31において、各折返し部の直線部の長さは、図1で示した長さL1に実質的に相当している。また電極31の各折返し部の間の距離は例えば約8cmであり、全体として約24cm程度の幅を有している。電極31はU字型電極12に比較して大型の基板32の成膜が可能となる。なお図1で述べた通り、図5においても、横方向の長さが実際よりも大きくなるように描かれている。實際上、M字型の電極31は、横方向に細幅で縦方向に長い形態を有する。ただし、M字型電極31の幅を広くして作ることも可能である。かかる電極31においても、長さ方向に沿ってその周囲空間にプラズマ17が生成される。電極31の両側に、電極31に平行に基板16a、16bが配置される。その他の構成は、第1実施形態の場合と同一である。

【0025】この実施形態でも、電極31の中央点31aに高周波電力が供給されることを条件に、電極31の折返し部の単位の長さを基準として定在波が立てられる。発生させた定在波でプラズマ17の分布が制御され、最適なプラズマによって基板へのCVD成膜が行われる。特に、中央点31aを中心として電極31が対称な形状に作られ、プラズマの分布を均一なものとするこ

とができる。

【0026】また本実施形態による電極31でも、第2実施形態の場合と同様にプラズマ発生防止のためのカバー21、あるいは電磁遮蔽部を設けることが好ましい。電磁遮蔽部としては前述の同軸ケーブルの構造が好ましい。

【0027】図7は、本発明の第4の実施形態を示す。この実施形態は、図5に示した電極31において、その両端31d、31eの各々と成膜チャンバ11との間にインピーダンス要素33を接続した構成を示している。その他の構成は、第3実施形態と同じである。インピーダンス要素33のZはインピーダンス量を示している。インピーダンス要素33としては例えばコイルやコンデンサが利用される。前述の同軸ケーブル構造による電磁遮蔽部もインピーダンス要素として機能する。このように、電極31の両端の部分に所要のインピーダンス要素33を接続することによって、電極31の全体のインピーダンスを調整でき、電極31の上に立つ定在波（電磁界）を制御することが可能となる。例えば、 $Z=\infty$ にすることにより、電極31における2箇所の先端を電界の節にすることができる。

【0028】図8は、本発明のプラズマCVD装置の構成の変形例を示すものである。この図で、前述した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付している。この構成は、一例として電極41が2つ平行に配置され、各電極41の両側に基板42が平行に配置されている。電極41としては、前述の各実施形態で説明された電極12または電極31等が用いられる。電極41の中央点に対して高周波電源13から高周波電力が供給される。この実施形態によれば、2層の電極構造によって2つの成膜領域を同時に作ることができる。この例では電極41の設置数は2つであったが、同様な多層構造に基づいて電極の数を増すことができ、多領域同時成膜の構成を実現することができる。

【0029】図9は、本発明に係るプラズマCVD装置の変形例で、電極構造をさらに改良したものである。この図で、前述した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付している。この実施形態では、図5で説明した電極をより正確な実際の寸法関係で示し、より大型の基板51を成膜する構成を示している。図9で、31がM字型電極を示し、複数の長方形の破線ブロック52の配列はM字型電極31が並んだ状態を示している。基板51は例えば短辺がほぼ1.2mの長方形の形状を有する角型基板であり、この基板51に対して、長辺が1.2mより大きく、短辺が30cm程度の長方形平面領域（破線ブロック52）に配置されるM字型電極31が複数配置される。M字型電極31は、基板51の大きさに対応するように4つ配置されている。このように大型の基板に対して、本発明に係る電極31は、その面を覆うべく、複数配置される。電極12を用いる場合にも同様

に複数の電極が配列されることになる。

【0030】なお上記の内部電極式の誘導結合型プラズマCVD装置において、材料ガスの導入の仕方については、種々の構成を採用することができる。従来の通り、成膜チャンバ11において通常の1つのガス導入機構および1つのガス排出機構を設けることができる。また本願出願人が先に特願平10-104966号で説明した通り、電極12を例えば外径が10mm程度のパイプ状導電性部材で作って電極53とし、この電極53の例えば直線部の側面に材料ガスを導入する小孔53aをガス吐出口として複数設け、材料ガスを電極内部の通路に導入して複数の小孔から成膜チャンバ内に吹き出すように構成することもできる。この構成では、導入されたガスを即座に引き込んで外部に排気することが必要であることから、例えば、同じ構造を有する排気用の電極54を図10に示すごとき配置で設けるようにする。電極54は、通常の電極として作用する共に、電極53の複数のガス吐出口53aから材料ガスが導入されると、近くのガス吸入口54aからガスを吸入し排気する機能を有している。図10で、矢印55は電極53に供給される材料ガスの流れを示し、矢印56は電極54から排出される材料ガスの流れを示す。

【0031】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように本発明によれば、内部電極式の誘導結合型電極を備えたプラズマCVD装置において、電極を、線状導体を折り返して好ましくはU字型あるいはM字型に形成し、電極の中心点に給電を行うように構成し、各折返し部分で定在波が立つように構成し、当該定在波を積極的に活用してプラズマを生成するようにしたため、大面積の基板に対してプラズマCVDにより良好な成膜を行うことができる。特に電極の給電点を中心に対称的な構成としたため、均一なプラズマ分布を作ることができ、成膜を良好に行うことができる。また電極の端部にインピーダンス要素を付設するようにしたため、電極上で生じる定在波を制御することができ、望ましいプラズマ分布を作ることができ、本発明による電極を複数組み合わせることにより、

より大型の基板の成膜にも対応することができる。誘導結合型電極の構造であるため、装置を安価に作製でき、また基板ホルダに裏面が不要な場合は基板のみを加熱・冷却すればよいので、特にEPBT（エネルギー・ペイ・バック・タイム）を問題とする太陽電池の用途では有効である。また電磁遮蔽部を設けるようにしたため、不要なプラズマ生成を防止することができ、最適な電磁界を作ることができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明に係るプラズマCVD装置の第1実施形態の内部構造を示し、電極の正面図である。

【図2】第1実施形態の内部側面図である。

【図3】本発明の第2実施形態の内部構造を示し、電極の正面図である。

【図4】本発明の電極に付設される電磁遮蔽部の具体例を示す図である。

【図5】本発明の第3実施形態の内部構造を示す内部正面図である。

【図6】第3実施形態の内部側面図である。

20 【図7】本発明の第4実施形態の内部構造を示す正面図である。

【図8】本発明のプラズマCVD装置の変形例を示す内部側面図である。

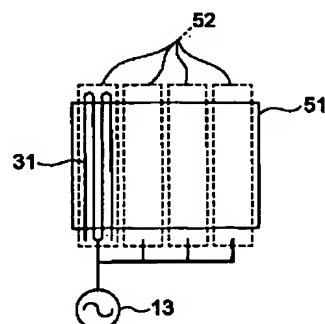
【図9】本発明のプラズマCVD装置の他の変形例を示す正面図である。

【図10】電極の他の構成を示す図である。

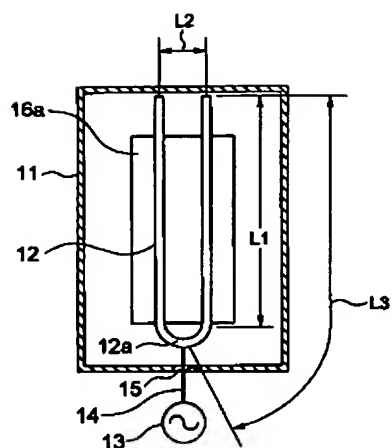
【符号の説明】

11	成膜チャンバ
12	電極
13	高周波電源
16a, 16b	基板
17	プラズマ
21	カバー
22	誘電体
23	金属管体
31, 41	電極
32	基板

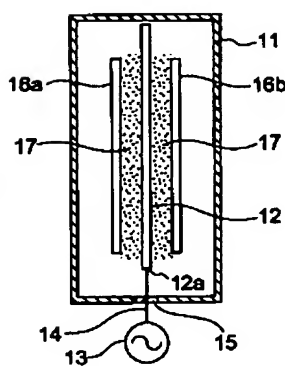
【図9】



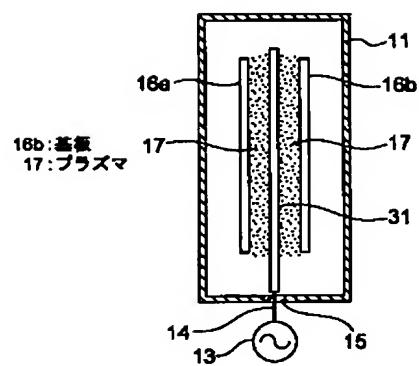
【図 1】



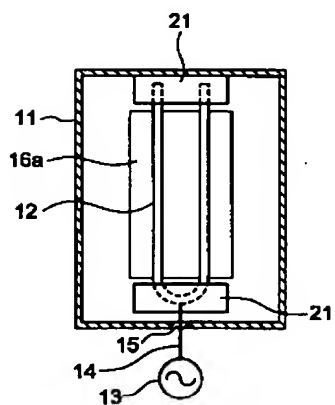
【図 2】



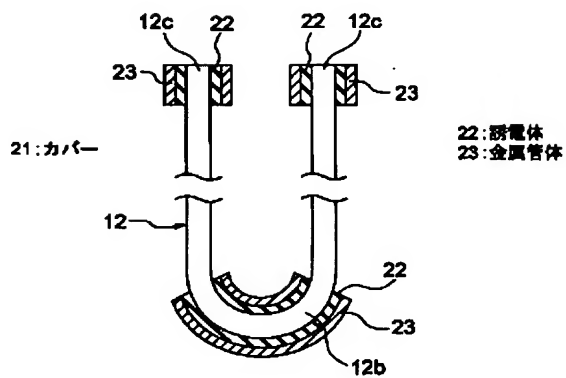
【図 6】



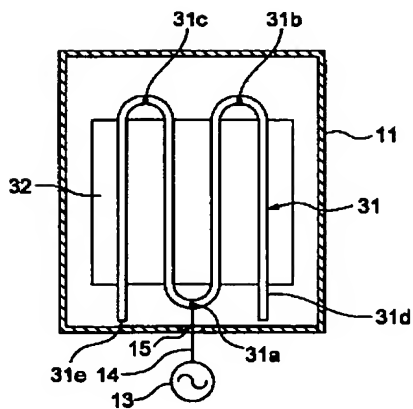
【図 3】



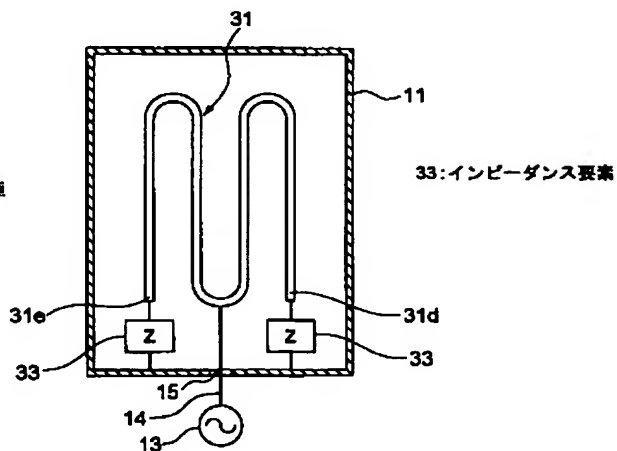
【図 4】



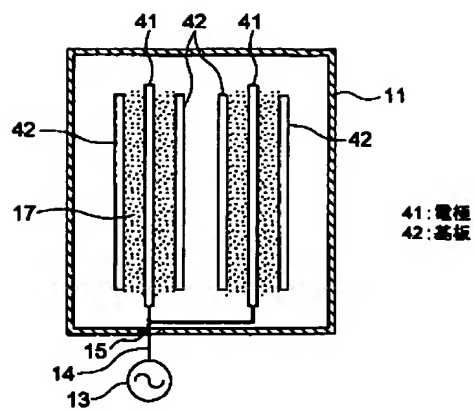
【図 5】



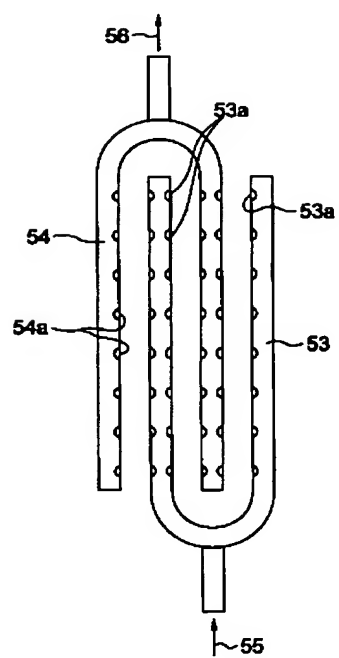
【図 7】



【図 8】



【図 10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.